

Aus der Klinik für Frauenheilkunde mit Poliklinik
und Hebammenschule
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. K. G. Ober

DIE THORAXQUERSCHNITTMESSUNG
AN DER HERZSPITZE
NORMKURVE BEI ROUTINEMÄSSIGER
ANWENDUNG UND ASPEKTE FÜR DIE
ERFASSUNG VON SMALL-FOR-DATE
KINDERN UNTER BEZUG ZUM
BIPARIETALEN DURCHMESSER

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Bernd Roßberg
aus Bayreuth

1983

1983 № 4 14



Aus der Klinik für Frauenheilkunde mit Poliklinik
und Hebammenschule
der Universität Erlangen - Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. K. G. Ober

**DIE THORAXQUERSCHNITTSMESSUNG
AN DER HERZSPITZE
NORMKURVE BEI ROUTINEMÄSSIGER
ANWENDUNG UND ASPEKTE FÜR DIE
ERFASSUNG VON SMALL-FOR-DATE
KINDERN UNTER BEZUG ZUM
BIPARIETALEN DURCHMESSER**

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Bernd Roßberg
aus Bayreuth

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. F. Wolf

Referent: Priv.-Doz. Dr. D. Mulz

Korreferent: Prof. Dr. K.G. Ober

Tag der mündlichen Prüfung: 17.10.1983

I. <u>Einleitung</u>	1
1. Einführung	
2. Prinzip der Ultraschallmessung	
3. Messung des biparietalen Durchmessers	
4. Messung des Thoraxquerdurchmessers	
II. <u>Vorteile der Thoraxquerdurchmesserbestimmung an der Herzspitze</u>	4
III. <u>Problemstellung</u>	6
1. Die intrauterine Mangelentwicklung	
2. Ultraschallmeßdaten zur Erfassung von intrauteriner Mangelentwicklung	
IV. <u>Kollektivbeschreibung</u>	10
1. Normalkollektiv	
2. pathologisches Kollektiv	
V. <u>Ergebnisse</u>	14
1. Biparietaler Durchmesser	
2. Thoraxquerdurchmesser an der Herzspitze	
3. Quotient Thorax _{quer} / BIP	
4. Summe Thorax _{quer} + BIP	
VI. <u>Fehldiagnosen</u>	26
1. Vorbemerkung	
2. Werte im Normbereich	
3. Termindifferenzen	
VII. <u>Diskussion</u>	27
VIII. <u>Zusammenfassung</u>	29
IX. <u>Literatur</u>	30

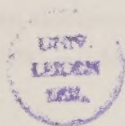
Digitized by the Internet Archive
in 2026

I. Einleitung

1. Die Ultraschalldiagnostik ist nach der Einführung von Donald und Mitarbeitern (4) 1958 im Laufe der letzten Jahre zu einem festen Bestandteil im geburtshilflichen Untersuchungsprogramm geworden. Während die Messung des biparietalen Durchmessers des Feten, Lokalisation und Dicke der Plazenta und die Registrierung fetaler Bewegungen und Herzaktionen längst ihren festen Platz in der Routinediagnostik haben, existieren eine Reihe von Parametern, die noch keinen endgültigen Eingang in die klinische Routinediagnostik fanden. Im folgenden soll der Wert einer Thoraxquerschnittsmessung an der Herzspitze für die Routinediagnostik untersucht werden. Besonders im Hinblick auf die Diagnose einer intrauterinen Mangelentwicklung.

2. Prinzip der Ultraschallmessung

Das Ultraschallverfahren beruht auf dem Echot-Prinzip. In der diagnostischen Medizin werden Ultraschallwellen mit einer Energie von 1 bis 10 mWatt pro cm^2 Körperoberfläche (maximal 60 mWatt/ cm^2) als kurze Impulse von etwa 10^{-6} sec Dauer in den menschlichen Körper gesandt. Zur Ultraschallerzeugung bedient man sich in der medizinischen Diagnostik ausschließlich des piezoelektrischen Effekts. Dabei ändert ein Körper aus entsprechendem Material beim Anlegen einer elektronischen Spannung seine Form. Umgekehrt tritt bei mechanischer Verformung eine elektrische Spannung auf. Das wird für die Schwingquarze, die die Ultraschallwellen senden und empfangen, ausgenutzt. Um ein gutes Tiefenaufklärungsvermögen zu erreichen, benötigt man Materialien, die sehr kurze Impulse aussenden. Trifft die Schallwelle innerhalb des Körpers auf eine Grenzfläche zwischen zwei Medien mit



unterschiedlichen akustischen Eigenschaften, z.B. Fett und Muskulatur, so wird ein kleiner Teil der Energie reflektiert. d.h. es gibt ein Echo. Fällt dieses Echo zurück auf den Schallkopf, der inzwischen auf Empfang umgeschaltet wurde, so wird es wieder in einen elektrischen Impuls verwandelt. Die Laufzeit des Ultraschallimpulses von der Aussendung bis zum Empfang des Echos ist bei bekannter Schalleitungsgeschwindigkeit des Gewebes, die von der Dichte und der Kompressibilität abhängt, ein Maß für die Entfernung der betreffenden Grenzflächen vom Schallkopf (13). Um engen akustischen Kontakt zwischen Schallkopf und dem menschlichen Körper zu erzielen, wird die Haut des Patienten vorher mit Öl (Paraffin- oder Silikonöl) oder einem wasserlöslichen Gel ("Aquasonic 100") bestrichen.

Alle Autoren, die Ultraschalldiagnostik angewandt haben, berichten nicht über nachteilige Wirkungen der benutzten Schallenergie (13).

3. Messung des biparietalen Durchmessers

Für die Biometrie des Feten wurden die zweidimensionalen B-scan-verfahren mittels Echtzeitdarstellung, gelegentlich Compoundscanner, verwendet.

Die Kephalometrie wurde 1961 von Donald und Brown eingeführt (5). Regelmäßig in der 12., spätestens in der 15. Schwangerschaftswoche (SSW) kann im Ultraschallbild der kindliche Schädel von den übrigen fetalen Strukturen differenziert werden. Der kindliche Schädel erscheint im Ultraschallschnittbild infolge relativ starker Echoreflexionen am Knochen bei entsprechender Einstellung als helles Oval (Abb. 1). Innerhalb des Schädels ist das sogenannte Mittelecho darstellbar, das durch Reflexion am septum pellucidum, der falx cerebri und den Wänden des dritten Ventrikels

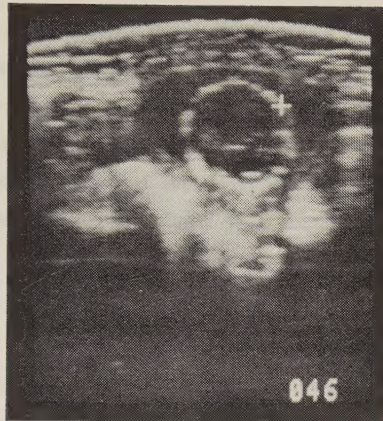


Abb. 1: Querschnitt durch den kindlichen Schädel (21. SSW)
mit Mittelecho und Meßpfeilen für den BIP

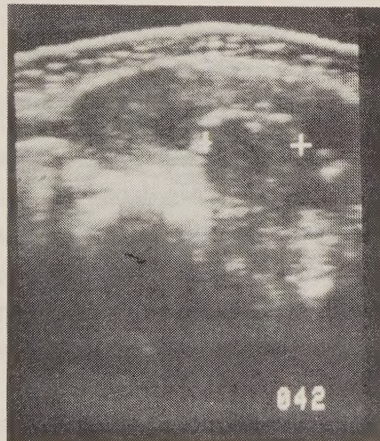


Abb. 2: Querschnitt durch den kindlichen Thorax in Höhe
der Herzspitze (21. SSW) mit Meßpfeilen für den
Thoraxquerschnitt

entsteht. Quer zum Verlauf des Mittelechos (Längsachse) wird der biparietale Durchmesser (BIP) des kindlichen Schädels gemessen (13). Die Messung ist exakt reproduzierbar. Die Wachstumsgeschwindigkeit des BIP nimmt im Verlauf der Schwangerschaft ab. Die wöchentliche Wachstumsrate beträgt im 5. Monat 3,6 mm, im 8. Monat 2,3 mm und im 10. Monat 1,4 mm (13). Wachstumskurven des BIP wurden von den verschiedensten Autoren erstellt (3,12,16,23), um das Schwangerschaftsalter zu bestimmen.

4. Messung des Thoraxquerdurchmessers

Wurde bei der Untersuchung zuerst ein Querschnittsbild des fetalen Schädels eingestellt und führt man den Schallapplikator vom Kopf entlang der Wirbelsäule, so erhält man ein Schnittbild des kindlichen Thorax (Abb. 2).

Wir wählten als Meßebene für die Thoraxquerschnittsmessung die Höhe der Herzspitze, die wir aus nachfolgenden Gründen für die beste Alternative erachten.

II. Vorteile der Thoraxquerdurchmesserbestimmung an der Herzspitze

H o l l ä n d e r (13) wies auf die Schwierigkeiten einer exakt reproduzierbaren Thoraxmessung hin, weil das Herz 5 cm lang und teilweise atemverschieblich ist. Zudem weist der Thorax eine Kegelform auf, die sich nach kaudal vergrößert. So zeigen Veröffentlichungen von Thoraxquerdurchmessern nicht miteinander vergleichbare Unterschiede, da die verschiedenen Untersucher den Thorax an verschiedenen Stellen messen (Tab. 1). S c h l e n s k e r (19) weist auf die Vorteile der Messung an der Herzbasis hin: die charakteristische motile Echostruktur "Herzbasissecho" entsteht wahrscheinlich an einem Segel der Segelklappen.

<u>Untersucher</u>	<u>Meßstrecke des Thoraxquerdurchmessers</u>
Schlensker	Herzbasis
Hansmann	Basis der Thoraxpyramide = Höhe der Zwerchfellkuppeln unter dem Herzen
Stöger u. Kratochwil	Herzspitze
Wladimiroff	kaudal der fetalen Herzaktion
Bayer, Issel, Schulte	Höhe der Mamillen
Garett u. Robinson	Höhe des 11. oder 12. Brustwirbels

Tab. 1: Meßebenen der verschiedenen Untersucher für den Thoraxquerdurchmesser

Der Raum in dem das Herzbasisesecho nachweisbar ist, hat in kranio-kaudaler Richtung nur eine Ausdehnung von 3-5 mm. Dadurch würde ein exaktes Auffinden erleichtert. Unserer Überlegung nach liefert die Messung an der Herzbasis wegen der Kegelform des Thorax kleine Durchmesser. Ein Meßfehler von ± 1 mm wirkt sich damit prozentual stärker aus. Das Herzbasisesecho kann für die Routinediagnostik schwieriger einstellbar sein als die Herzspitze.

Die Meßebene von H a n s m a n n (10) ist für den Ungeübten schwer zu finden (Basis der Thoraxpyramide = Eintritt der Nabelvene in die Leber). Zudem sind beim Feten die Rippenenden noch nicht verknorpelt und deswegen nicht immer exakt einstellbar.

W l a d i m i r o f f (25) mißt zwar kaudal der fetalen Herzaktion, was der Herzspitze entspricht, doch mißt er die Thoraxfläche.

Die Vorteile der Messung an der Herzspitze sind deutlich:

- der tiefste Punkt der Herzaktion ist für die Routinediagnostik exakt und leicht reproduzierbar, sofort und einfach einstellbar;
- das Herz wird als Lebenskriterium sowieso aufgesucht, die Herzspitze ist für die Routineanwendung schnell zu sehen;
- an der Herzspitze werden genügend große Thorax-querdurchmesser erzielt.

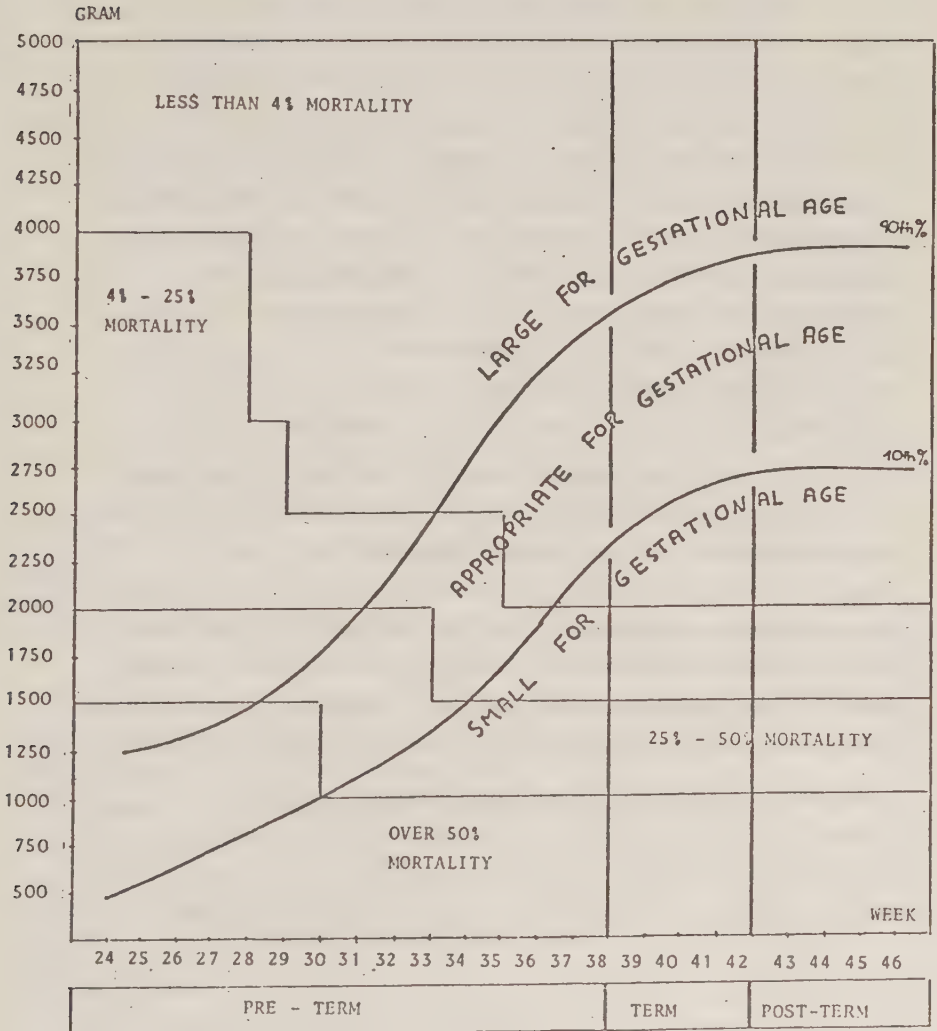
Nachteile für die exakt reproduzierbare Messung an der Herzspitze ergeben sich aus Herzaktionsschwankungen, variiierenden Herzgrößen und der sogenannten "Herzwanderung" während der fetalen Entwicklung. Trotz allem ist nach unserer Meinung die Messung des queren Thoraxdurchmessers an der Herzspitze die Methode der Wahl.

III. Problemstellung

1. Die Routineultraschalluntersuchungen in der Schwangerschaft geben vor allem darüber Auskunft, ob ein normales Wachstum des Kindes entsprechend seines Gestationsalters besteht. Im Falle eines verzögerten Wachstums spricht man von Mangel- oder "small-for-date"-Kindern. Als "small-for-date"-Kinder werden Neugeborene bezeichnet, die im Verhältnis zu ihrer Entwicklungszeit deutlich untergewichtig sind. Das Geburtsgewicht eines Mangelgeborenen liegt definitionsgemäß unterhalb der 10-er Perzentile des Mediengewichts nach L u b c h e n k o (Abb. 3) (17).

Im Gegensatz zu den Frühgeborenen, die eine Übereinstimmung zwischen ihrer Entwicklung und dem Gestationsalter zeigen, liegt bei den small-for-date Kindern ein Untergewicht im Vergleich zum Gestationsalter vor. Es handelt sich aber um reife Kinder. Zwei Faktoren sind

Abb. 3: Klassifizierung von Neugeborenen anhand des Geburtsgewichts und des Gestationsalters mit neonataler Mortalität (nach: Lubchenko L.O., Battaglia F.C. 1967 (17))



für die postpartale Entwicklung dieser Kinder entscheidend.

Das sind der Grund der Retardierung und ihr Beginn. In der ersten Hälfte des 2. Trimenons ist Retardierung gewöhnlich die Folge viraler Infekte oder genetischer Abnormalitäten, die zu einer "over-all-reduction" führen (25). Im letzten Trimenon der Schwangerschaft sorgt vor allem die Mangeldurchblutung der Plazenta für die Wachstumsverzögerung, es kommt zu einem "brain-sparing-effect" (25). Grünwald (8) hatte aufgrund pathologisch anatomischer Untersuchungen an hypotrophen Neugeborenen den Begriff "chronical fetal distress" geschaffen. Er fand dabei eine Unterentwicklung sämtlicher Organe im Verhältnis zum Gestationsalter, dagegen ein relatives Übergewicht von Gehirn, Herz und Milz im Verhältnis zum Gestationsalter aufgrund chronischer Plazentainsuffizienz (8.) So kann zum Beispiel bei EPH-Gestose der mütterliche Blutstrom in die Plazenta auf ein Drittel des Normalwertes herabgesetzt sein (15).

Infolge der intrauterinen Mangelernährung ist die kindliche Mortalität erhöht und zwar sowohl prä- als auch postnatal (6). Die mangelgeborenen Kinder belasten nicht nur die perinatale Mortalität bis zu 80 % (siehe Abb. 3) und somit die Säuglingssterblichkeit insgesamt, sondern beeinflussen auch in Abhängigkeit vom Geburtsgewicht und vom Reifegrad, sowie der pränatalen Dystrophie maßgeblich die Früh- und Spätmorbidität. Es zeigt sich bei small-for-date Geborenen in deren weiteren Entwicklung neben der somatischen vor allem die geistige Retardierung (6).

2. Für die Diagnose einer intrauterinen Mangelentwicklung ist der Ultraschall unersetzbar. Vor allem das Gewicht des Feten bezogen auf die Schwangerschaftsdauer ist von Bedeutung (13). Hansmann (10) und Kratohvil (21) wiesen darauf hin, daß die intrauterine

Wachstumsretardierung durch Messung des BIP alleine nicht immer diagnostizierbar ist, da dystrophe Kinder auch mit normalen Schädelmaßen geboren werden können und der BIP zudem besser mit der Graviditätsdauer als mit dem Gewicht korreliert.

So führte die Heranziehung von Parametern des kindlichen Rumpfes durch Thompson und Mitarbeiter 1965 (23) zur wesentlich genaueren Beurteilung der fetalen Nutrition. Grünwald (8) entwickelte 1963 ein Kopf-Bauch-Verhältnis, das aber noch kein überzeugendes Ergebnis brachte. Am Thorax wurden Bestimmungen der Durchmesser (Thompson 1965 (23), Hansmann 1971 (9), Schlensker 1973 (19), Stöger und Kratochwil (1974 (22)) und der Umfänge (20), am Abdomen Messungen des Bauchumfanges und der Schnittflächen veröffentlicht.

Hansmann (11) brachte 1973 erstmals einen Kopf-Thorax-Index heraus und stellte ein proportionales Verhältnis der beiden Meßgrößen fest mit der Tendenz, daß der Kopf im Verhältnis zum Rumpf bei der normalen Gravidität kleiner wird (der Quotient fällt von rund 1,2 in der 24. SSW auf 1,0 in der 39. SSW ab). In Hansmanns Kollektiv von 62 retardierten Feten war der Index in 70 % erhöht, so daß auf Disproportion geschlossen werden konnte. Issel und Prenzlau (14) bildeten 1976 erstmals eine Summe aus querem und sagittalem Thoraxdurchmesser, nachdem sie schon vorher eine Formel für die Gewichtsbestimmung veröffentlicht (2), die aber für die Routinediagnostik zu kompliziert erscheint. Wladimiroff und Mitarbeiter (25) berichteten 1978 über die Normalkurven einer Kopf-Rumpf-Relation bei 84 dystrophen Feten. Das Verhältnis sinkt bei ihnen von 1,59 in der 24. SSW auf 1,05 in der 41. SSW. In 33 Fällen lag bei ihnen das Kopf-Rumpf-Verhältnis über der 95-er Perzentile der Normkurven.

Bei der Fülle an Meßmethoden und Formeln für die pränatale Gewichtsbestimmung wird im folgenden der Wert einer Thoraxquerschnittsmessung an der Herzspitze für die Routinediagnostik betrachtet. Es soll geprüft werden, welchen Zusammenhang man zwischen den Meßgrößen BIP und Thorax_{quer} erstellen kann, um eine präzise Aussage über die präpartale Entwicklung treffen zu können. Anhand einer Analyse der small-for-date-Kinder der Universitäts-Frauenklinik Erlangen wurde überprüft, ob und wie weit eine präpartale Erfassung von Mangelgeburten mittels Ultraschallmeßdaten wie BIP, Thoraxquerschnitt an der Herzspitze, ihres Quotienten oder eines anderen Zusammenhangs möglich ist.

IV. Kollektivbeschreibung

1. In den Jahren 1977/78 wurden in der Universitäts-Frauenklinik Erlangen 873 Untersuchungen an 684 Patientinnen mit dem VIDOSON-Ultraschallmeßgerät der Firma SIEMENS durchgeführt und jeweils der BIP und der Thoraxquerdurchmesser an der Herzspitze gemessen. Die Messung erfolgte durch Auflegen eines Lineals auf den Bildschirm. Der Meßfehler beträgt nach eigenen Schätzungen bei jeder Messung ± 1 mm.

Alle 684 Patientinnen erfüllten die Voraussetzungen zur Aufnahme in das Normalkollektiv:

- zuverlässige Regelanamnese der Mutter;
- Geburt eines Einzelkindes (keine Mehrlinge);
- keine Begleiterkrankungen während der SS;
- keine Mißbildungen, Fehl- oder Totgeburten;
- Geburtsgewicht zwischen der 10-er und 90-er Perzentile nach L u b c h e n k o (Abb. 3).

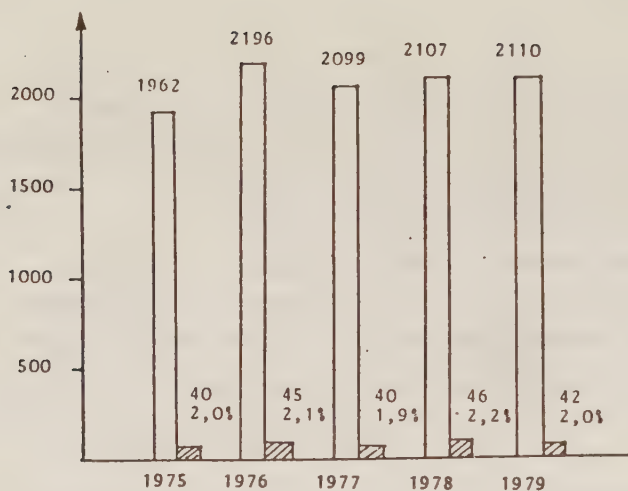
Aus den Werten des Normalkollektivs wurden Normkurven mit $\pm 2\sigma$ -Abweichungen erstellt und zwar für den BIP, den Thoraxquerdurchmesser, den Quotienten $\text{Thorax}_{\text{quer}} / \text{BIP}$, und die Summe $\text{BIP} + \text{Thorax}_{\text{quer}}$ jeweils bezogen auf die Schwangerschaftswoche.

2. Demgegenüber wurde ein Kollektiv von 28 dystrophen Feten = small-for-date Babys der Jahre 1975 - 79 gestellt, bei denen ebenfalls Thoraxquerdurchmesser an der Herzspitze und BIP gemessen wurden (Tab. 2).

Jahr	<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>
Gesamtgeburtenszahl	1962	2196	2099	2107	2110
davon definitionsgemäß small-for-dates	40	45	40	46	42
Ultraschalluntersuchungen der small-for-dates mit BIP und Thorax _{quer}	1	7	1	4	15

Tab. 2: Gesamtgeburtenszahl, Mangelgeburten und Ultraschalluntersuchungen der Mangelgeburten mit $\text{Thorax}_{\text{quer}}$ an der Herzspitze der Jahre 1975 - 79 (Universitäts-Frauenklinik Erlangen)

Die immerhin 2 % small-for-date Geburten an unserer Klinik weisen auf die Bedeutung einer rechtzeitigen und exakten Diagnose der intra-uterinen Mangelentwicklung hin (Tab. 3).



Tab. 3: Anzahl der small-for-date Geburten an der Gesamtgeburtenszahl (1975 - 79)

Alle 28 Feten des pathologischen Kollektivs erfüllten folgende Voraussetzungen:

- Geburtsgewicht unter der 10-er Perzentile nach L u b c h e n k o (Abb. 3);
- zumindest eine Ultraschalluntersuchung von BIP und Thorax_{quer};
- Gestationsalter des Feten zuverlässig erfasst;
- am Neugeborenen klinische Zeichen einer intrauterinen Mangelentwicklung (Verlust der vernix caseosa, Mazeration der Haut, "altes Gesicht", Atrophie des Muskel- und Fettgewebes).

8 der 28 small-for-date Babys mußten wegen Messung in einer zu frühen Schwangerschaftswoche vernachlässigt werden, so daß ein Kollektiv von 20 dystrophen Feten dem Normalkollektiv gegenübergestellt werden konnte (Meßwerte Tab. 4).

Nr.	BIP (mm)	Thorax _{qu} (mm)	SSW _{Regel}	SSW _{BIP}	SSW _{Reg} -SSW _{BIP}	Thorax _{qu} /BIP	Thorax _{qu} + BIP (mm)
1	80	61	37	30	7	0,763	141
2	91	70	36	36	0	0,769	161
3	78	64	34	30	4	0,821	142
4	67	50	31	26	5	0,746	117
5	86	75	36	33	3	0,872	161
6	91	75	42	38	4	0,824	166
7	76	65	32	29	3	0,855	141
8	92	80	40	36	4	0,870	172
9	87	75	37	34	3	0,862	162
10	82	64	35	31	4	0,780	146
11	75	64	29	29	0	0,853	139
12	92	80	38	36	2	0,870	172
13	85	75	36	33	3	0,882	160
14	82	72	35	31	4	0,878	154
15	70	60	29	27	2	0,857	130
16	85	60	33	33	0	0,706	145
17	82	73	36	31	5	0,890	155
18	84	72	37	32	5	0,857	156
19	90	80	40	35	5	0,889	170
20	93	78	37	36	1	0,839	171

Tab. 4: Meßdaten der pathologischen Fälle

Bei den 20 Patientinnen traten folgende Befunde auf:

- 6 EPH - Gestose;
- 1 vorzeitige Plazentalösung;
- 9 Plazentainsuffizienz (ohne EPH);
- 4 ohne Befund.

Der Befund nach der Geburt bei den 20 Neugeborenen lautete:

- 3 Totgeborene;
- 9 Depressionszustand;
- 8 Lebensfrische.

Eine Diskrepanz zwischen der SSW_{BIP}, d.h. dem Befund der Ultraschalluntersuchung, zur tatsächlichen SSW nach der letzten Regel von über 2 Wochen fand sich in 14 der Fälle (siehe Tab. 4). In 6 Fällen fanden wir keine Diskrepanz.

Die Geburtsgewichte lagen zwischen 730 g bei Geburt in der 33. SSW und 2740 g bei Geburt in der 43. SSW.

V. Ergebnisse

1. Biparietaler Durchmesser

a. Die Wachstumsgeschwindigkeit des BIP nimmt im Laufe der Schwangerschaft ab. Ein Meßfehler von ± 1 mm hat in den letzten zwei Monaten eine größere Bedeutung als vorher. Nach der 30. - 32. SSW nimmt die Variationsbreite der normalen Schädelmaße stärker zu. Aus diesem Grund ist mit einem größeren Irrtum bei der Bestimmung des Schwangerschaftsalters zu rechnen (10). Um solche Terminunstimmigkeiten zu diagnostizieren, sollten alle Patientinnen schon im 5. Schwangerschaftsmonat untersucht werden. Um diese Zeit ist in der Regel noch keine Wachstumsretardierung

eingetreten und eine einmalige Untersuchung gibt Auskunft über das Wachstumsalter. Um eine Wachstumsretardierung, die vorwiegend in den letzten drei Monaten auftritt und meist zwischen der 29. und 34. SSW beobachtet wird, zu diagnostizieren und von einer Termindiskrepanz zu differenzieren, sind Verlaufsuntersuchungen im Abstand von zwei bis drei Wochen erforderlich (13.).

b. Als BIP - Normalkurve zogen wir die Kurve von H a n s m a n n (12) heran. Diese Kurve entspricht den Normkurven anderer Untersucher (3, 16, 25) Abb. 4a).

c. Im Vergleich mit dem pathologischen Kollektiv der small-for-date Babys zur BIP - Normalkurve zeigt sich ein Abweichen unter den 2 σ -Bereich in 65 % der Fälle (Abb. 4b).

Analog den Beobachtungen von K r a t o c h w i l (16) werden auch extrem dystrophe Kinder mit normalen Schädelmaßen ermittelt. Bei unserem Kollektiv fanden sich in 35 % BIP - Normalwerte.

2. Thoraxquerdurchmesser an der Herzspitze

a. Der Thoraxquerdurchmesser zeigt im Gegensatz zum BIP in den letzten Schwangerschaftsmonaten eine stärkere Wachstumstendenz, wodurch die querovale Thoraxform gegen den Termin betont wird (18). Es nimmt von der 2o. bis 4o. SSW der Thoraxquerdurchmesser im Verhältnis zum BIP relativ stärker zu. Es zeigte sich die größere Signifikanz des Thoraxquerdurchmessers in Beziehung zu Kindsgewicht und Kindslänge (18).

b. Die Normalkurve für den Thoraxquerdurchmesser an der Herzspitze (Vorteile siehe II) liefert Werte von 4,3 cm in der 2o. SSW über 7,1 cm in der 3o. SSW bis zu 8,9 cm in der 4o. SSW (Abb. 5a).

c. Der Vergleich mit der Thoraxquerdurchmessernormalkurve zeigt ein Abweichen des pathologischen Kollektivs unter den 2 σ -Bereich in 85 % der Fälle (Abb. 5b). Nur drei Fälle, das entspricht 15 %, lieferten Werte innerhalb des 2 σ -Bereichs.

3. Quotient Thorax_{quer} / BIP

a. Dem Gedanken G r ü n w a l d s (8) folgend, daß bei plazerarer Mangelversorgung der "brain-sparing effect" dafür sorgt, daß der BIP von einer Wachstumsverzögerung weniger betroffen ist als der Thoraxquerdurchmesser, stellten schon einige Autoren einen Kopf-Thorax-Index auf. Bedingt durch die zudem größere Wachstumsrate des Thorax müßte bei Retardierung eine deutliche Abweichung des Quotienten eintreten. Um einen exakten Reifegradmesser zu erhalten, versuchten wir, einen Thorax_{quer} / BIP - Quotienten aufzustellen.

b. Die Werte der Normkurve steigen entsprechend der stärkeren Wachstumstendenz des Thorax von 0,87 in der 20. SSW über 0,89 in der 30. SSW bis 0,9 in der 40. SSW (Abb. 6a).

c. Ein Vergleich mit dem pathologischen Kollektiv bringt jedoch nur ein Abweichen unter den 2 σ -Bereich in 30 % der Fälle (Abb. 6b). Das bedeutet, daß sich das pathologische Kollektiv anscheinend in zwei Untergruppen gliedert:

- die erste Gruppe zeigt nach G r ü n w a l d (8), daß das Gehirn bei plazerarer Mangelernährung als letztes von einer Wachstumsverzögerung betroffen wird. Daraus kann man das stärkere Zurückbleiben des Thoraxwachstums folgern im Vergleich zum BIP und sich so die Abweichung des Thorax / BIP-Quotienten erklären. Bei uns waren das 30 % der Fälle.
- Die andere Gruppe zeigt ein paralleles Zurückbleiben beider Meßwerte, was auch H a n s m a n n (11) ebenfalls feststellte.

Das bedeutet, daß der Quotient Thorax / BIP im Normbereich bleibt, daß aber jeder Meßwert für sich unterhalb des 2 σ -Bereichs liegt. Das war bei uns in 60 % der Fälle so.

- 10 % lagen mit allen Werten im Normbereich, obwohl sie klinisch alle Zeichen des pathologischen Kollektives erfüllten. Fraglich bleibt, ob diese Kinder nicht von Hause aus größere Kinder geworden wären. Die Retardierung hat nur dazu geführt, daß sie trotzdem noch den künstlich festgelegten Normbereich erfüllen.

4. Summe Thorax_{quer} + BIP

a. Eine einfache Summe aus beiden Meßwerten für die jeweilige Schwangerschaftswoche zu bilden, erschien vorher nicht sinnvoll, da angenommen wurde, daß der Kopf wenig oder überhaupt nicht von einer Wachstumsretardierung betroffen ist. Wegen einer gefundenen Abweichung in 65 % der Fälle des BIP (siehe IV/1) und einer gleichzeitig gefundenen relativen Normalität des Quotienten Thorax/BIP war die Überlegung einer Summenformel für die Prognose von small-for-date Kindern nicht mehr so abwegig.

b. Die Normalkurve Thorax_{quer} + BIP bezogen auf die SSW mit 2 σ -Abweichung zeigt Abb. 7a. Die Summenwerte steigen von 9 cm in der 20. SSW über 14,8 cm in der 30. SSW bis zu 18,5 cm in der 40. SSW.

c. Der Vergleich mit dem pathologischen Kollektiv (Abb. 7b) zeigt ein Abweichen der Summenformel in 90 % der Fälle. Das bedeutet, daß hier ein Wert mehr als bei der Thorax_{quer}-Kurve abgewichen ist. Die Summenformel scheint also für die Prognose von Mangelentwicklung gut geeignet.

Abb. 4a: Normkurve für den BIP in Abhängigkeit vom
Schwangerschaftsalter mit $\pm 2\sigma$ -Abweichung
(nach : Hansmann M. 1974 (12).

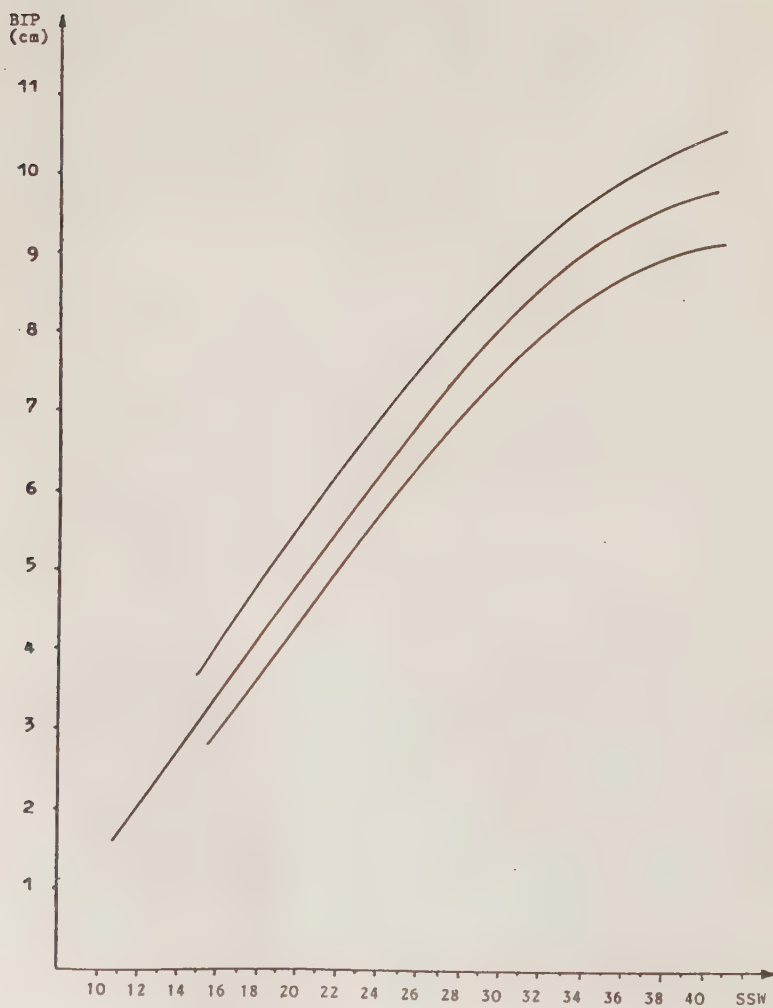


Abb. 4b: Vergleich des pathologischen Kollektivs von 20 retardierten Feten mit der BIP-normalkurve nach Hansmann (○ = Meßwerte des pathol. Kollektivs)

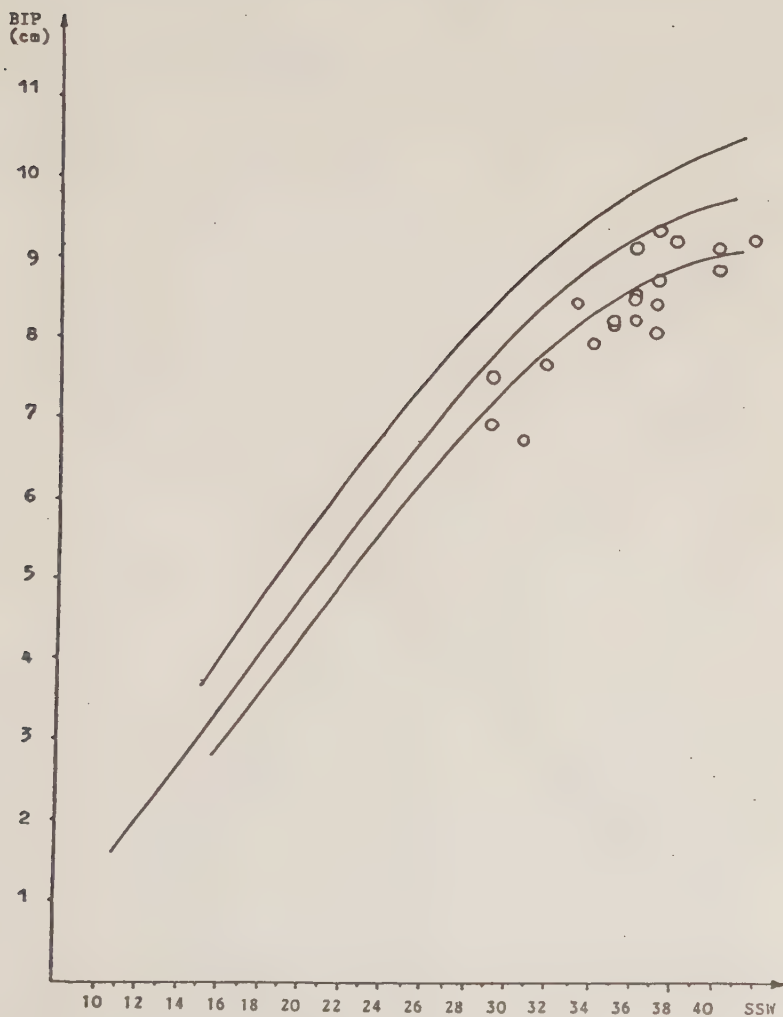


Abb. 5a: Thoraxquerdurchmesser an der Herzspitze in Abhängigkeit vom Schwangerschaftsalter. Normkurve mit $\pm 2\sigma$ -Abweichung aus 873 Untersuchungen an 684 Patientinnen (Mulz, Otto, Roßberg Uni-Frauenklinik Erlangen 1980)

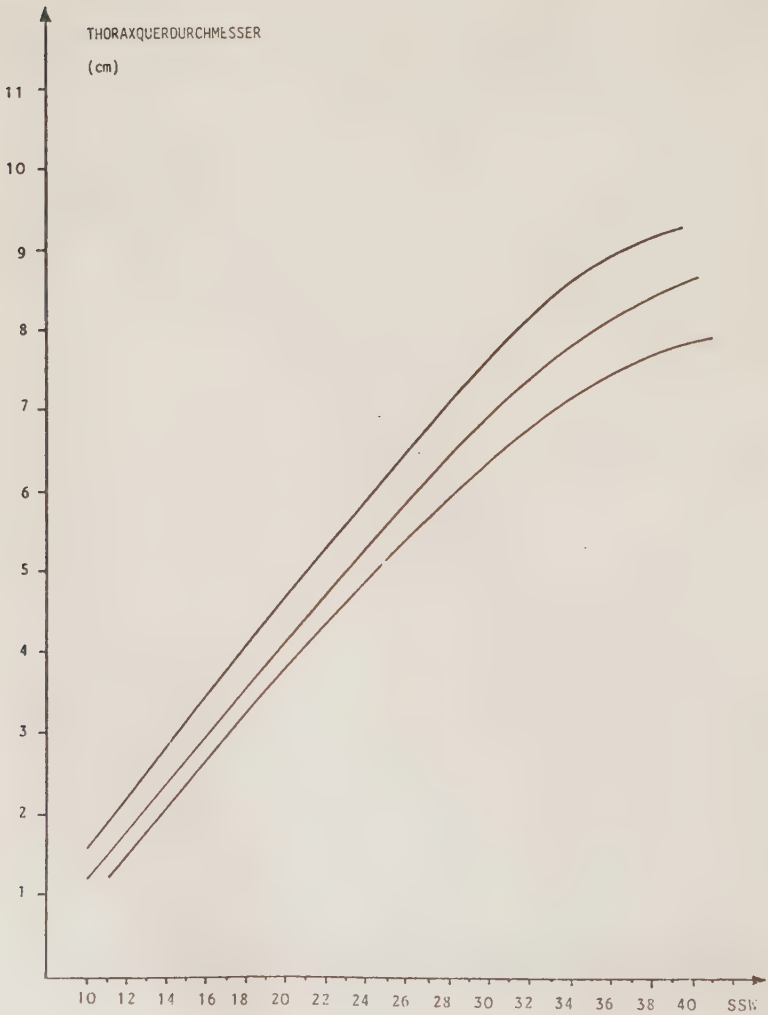


Abb. 5b: Vergleich des pathologischen Kollektivs von 20 retardierten Feten (○ = Meßwerte) mit der Thoraxquerdurchmesser-normalkurve an der Herzspitze
(Mulz, Otto, Roßberg Uni-Frauenklinik Erlangen 1980)

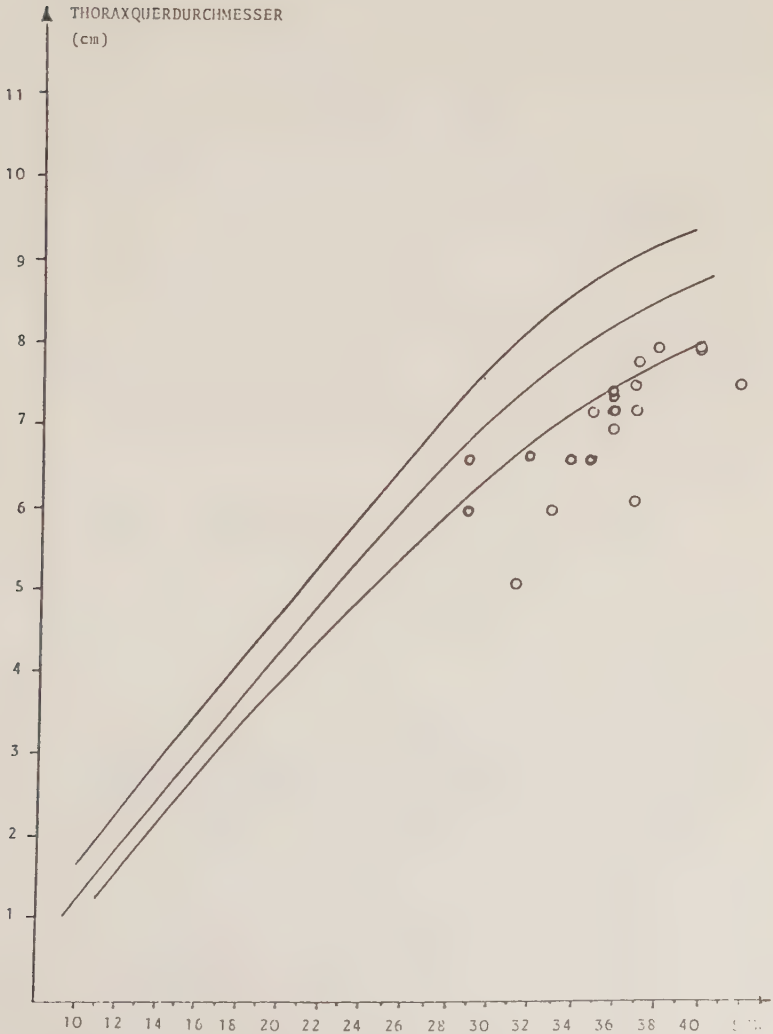


Abb. 6a: Thoraxquerdurchmesser an der Herzspitze / BIP in
Abhängigkeit vom Schwangerschaftsalter. Normkurve
mit $\pm 2\sigma$ -Abweichung aus 873 Untersuchungen an
684 Patientinnen
(Mulz, Otto, Roßberg Uni-Frauenklinik Erlangen 1980)

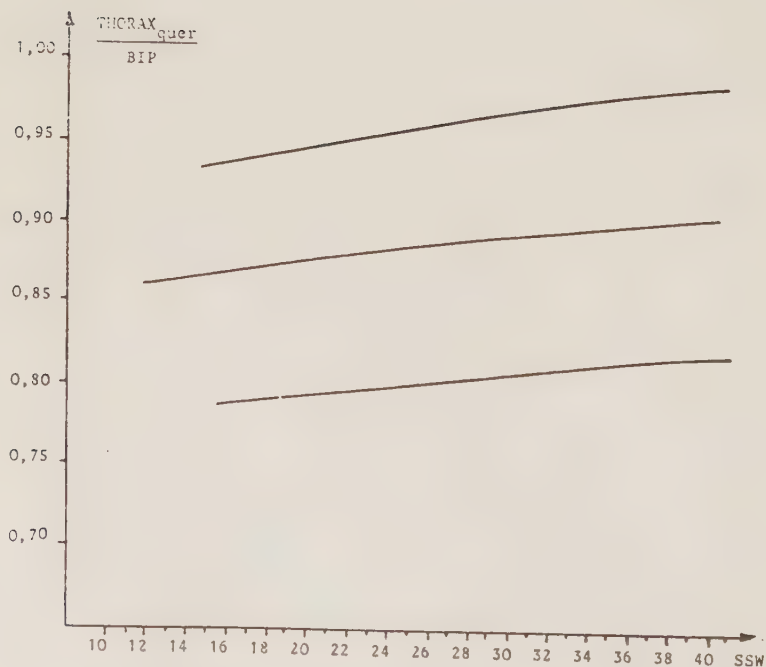


Abb. 6b: Vergleich des pathologischen Kollektivs von 20 retardierten Feten (○ = Meßwerte) mit der Thorax_{quer} / BIP - normkurve (Mulz, Otto, Roßberg Uni-Frauenklinik Erlangen 1980)

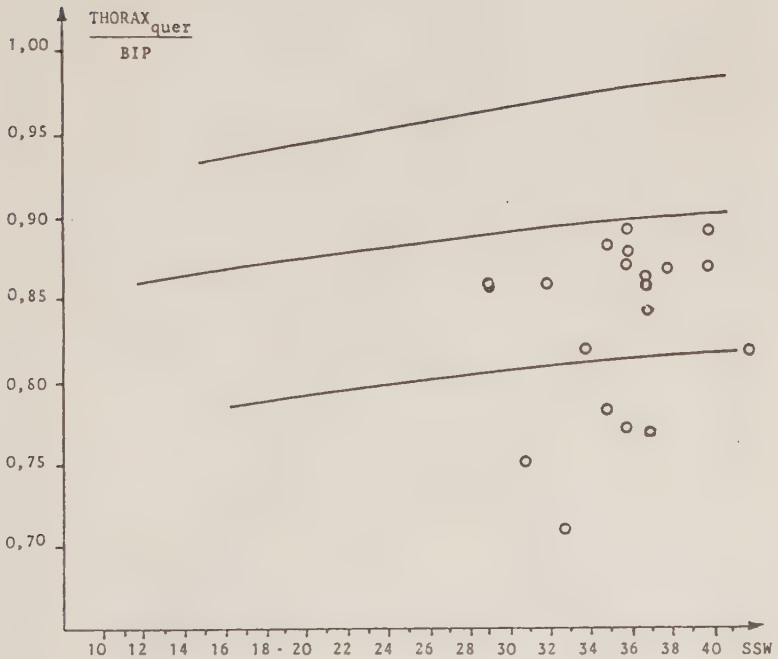


Abb. 7a: Thoraxquerdurchmesser an der Herzspitze + BIP in
Abhängigkeit vom Schwangerschaftsalter. Normkurve
mit $\pm 2\sigma$ -Abweichung aus 873 Untersuchungen an
684 Patientinnen
(Mulz, Otto, Roßberg Uni-Frauenklinik Erlangen 1980)

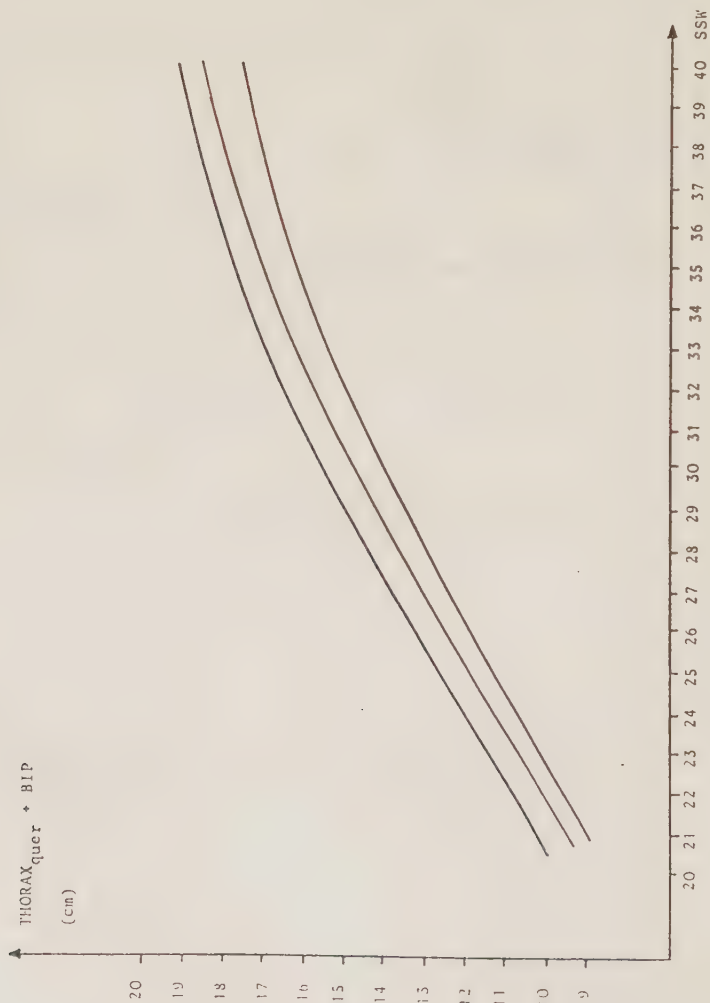
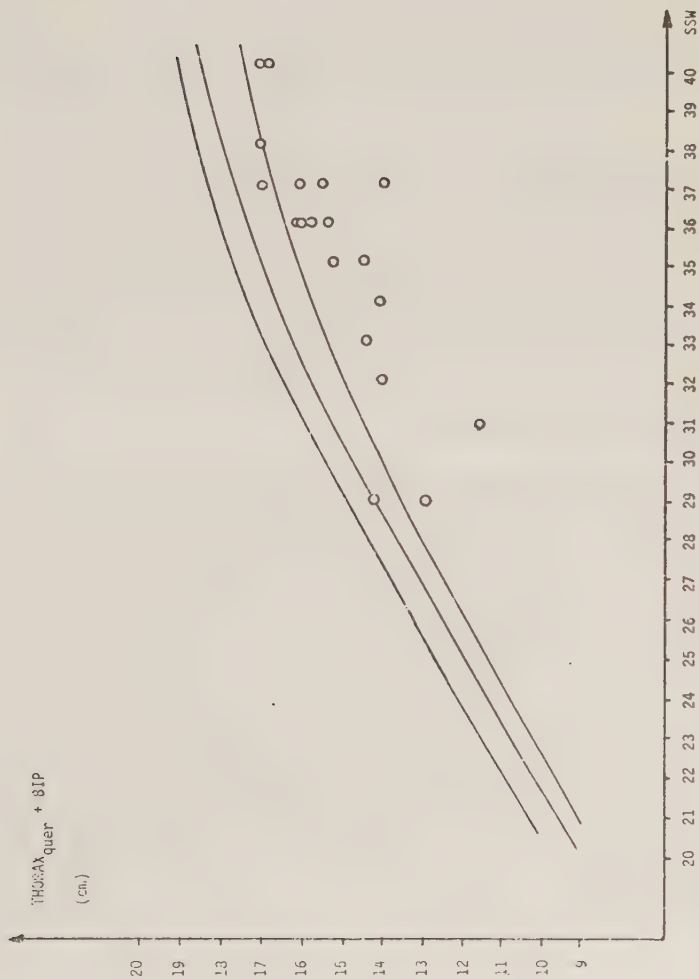


Abb. 7b: Vergleich des pathologischen Kollektivs von 20 retardierten Feten ($\circ$ = Meßwerte) mit der Thorax_{quer} + BIP - normkurve (Mulz, Otto, Roßberg Uni-Frauenklinik Erlangen 1980)



5. Zusammenfassung der Abweichungen (Tab. 5)

	BIP	Thorax _{quer}	Thorax _{quer} / BIP	Thorax _{quer} + BIP
Abweichung unter 2σ-Bereich	65 %	85 %	30 %	90 %
keine Abweichung unter 2σ-Bereich	35 %	15 %	70 %	10 %

VI. Fehldiagnosen

1. Innerhalb des Normalkollektivs fielen 12 Fälle auf, bei denen im Ultraschallbefund jeweils aufgrund von Erfahrungswerten die Diagnose "Verdacht auf Mangelentwicklung" gestellt wurde. Bei allen 12 Geburten handelte es sich um vollkommen regelrechte und zeitgemäße Entwicklung der Kinder. Anhand der vorangegangenen Ausführungen und der aufgestellten Formeln sollten diese Fehldiagnosen nochmals erörtert werden.

2. In der ersten Gruppe von 8 Fällen stimmte die tatsächliche Schwangerschaftswoche nach der letzten Regel mit dem Ultraschallbefund überein. Der BIP und der Thoraxquerdurchmesser an der Herzspitze zeigten in keinem Fall Abweichungen außerhalb des 2σ-Bereichs. Der Quotient wich in einem Fall mit BIP an der oberen Normgrenze und Thorax_{quer} an der unteren Normgrenze unter den 2σ-Bereich. Das zeigt eine Schwachstelle des Quotienten Thorax_{quer} / BIP für die Diagnose einer Mangelentwicklung auf. Die Summenformel lag mit allen 8 Werten innerhalb des 2σ-Bereichs der zugehörigen Normkurve, so daß eine Diagnose "Verdacht auf Wachstumsretardierung" anhand der Ultraschallwerte hätte nicht erfolgen müssen.

3. Interessanter ist die zweite Gruppe von 4 Fällen, bei denen in allen 4 Fällen der BIP und die Summenformel und in 3 Fällen der Thoraxquerdurchmesser unter den 25-Bereich der zugehörigen Normkurve abgewichen waren. Die Werte wiesen eindeutig auf eine Wachstumsretardierung hin. Auch hier zeigt sich die Unbrauchbarkeit eines Quotienten $\text{Thorax}_{\text{quer}} / \text{BIP}$. Er lag 4 mal im Normbereich, was auf das gleichzeitige Abweichen von $\text{Thorax}_{\text{quer}}$ und BIP zurückzuführen ist. Bei allen 4 Fällen trat ein vollkommen normales Geburtenergebnis auf. Die nähere Überprüfung zeigte, daß am Zeitpunkt der Untersuchung eine Termindifferenz von 6 Wochen in einem Fall und von je 7 Wochen in den anderen 3 Fällen vorlag. Eine zuverlässige Terminangabe der Mutter ist also unabdingbare Voraussetzung für die Anwendung der Ultraschallmeßdaten für die Diagnose einer Wachstumsretardierung bei einmaliger Untersuchung. Für eine exakte Diagnostik bei Terminunstimmigkeiten sind mehrere Kontrolluntersuchungen notwendig.

VII. Diskussion

Die Anzahl von 5 % hypotrophen Geburten an unserer Klinik (Jürgens (15) berichtete sogar über 5 % - 8 %) weist auf die Bedeutung einer frühzeitigen Diagnostik hin, um die Geburtseinleitung rechtzeitig, spätestens am errechneten Termin, durchzuführen. Dem fetalen Risiko möglichst Rechnung zu tragen, sollte das Ziel der Bemühungen sein (15). Kinder, die zu klein für die Tragzeit sind, haben eine höhere Sterblichkeit als Kinder mit der selben Tragzeit und angemessenem Gewicht. Zu kleine Kinder für die Tragzeit haben aber geringere Sterblichkeit als solche mit gleichem Gewicht, die früher geboren wurden (17).

Intrauterine Wachstumsverzögerung kann, wie auch schon

H o l l ä n d e r (13) berichtete, durch einmalige Ultraschalluntersuchung im allgemeinen nicht diagnostiziert werden. Eine Untermaßigkeit kann durch falsche Terminangaben der Patientin bedingt sein. Ziel einer exakten Diagnosestellung der intrauterinen Wachstumsverzögerung muß die mehrmalige Kontrolluntersuchung im Abstand von 2 - 3 Wochen sein.

Die Thoraxquerschnittsmessung an der Herzspitze ist neben ihren Vorteilen der Meßtechnik (siehe II) für die Diagnose einer intrauterinen Mangelentwicklung unerlässlich. Der BIP allein gibt für den Verdacht einer small-for-date Geburt nur Hinweise in 65 % der Fälle, der Thoraxquerschnitt an der Herzspitze in 85 %.

Wie H a n s m a n n (11) halten wir die Messung von zwei Parametern für die pränatale Gewichtsbestimmung als erforderlich und ausreichend. Die zusätzliche Einführung einer Thoraxquerschnittsmessung an der Herzspitze ist für die Routinediagnostik unbedingt zu fordern.

In Verknüpfung mit dem BIP als Quotient bringt der Thoraxquerdurchmesser keine Anhaltspunkte für Mangelentwicklung. Bei gleichzeitiger Retardierung von BIP und Thoraxquerdurchmesser kommt der Quotient $\text{Thorax}_{\text{quer}} / \text{BIP}$ im Normbereich zu liegen.

Die Einführung einer Summenformel $\text{Thorax}_{\text{quer}} + \text{BIP}$ scheint anhand der Wachstumstheorien (siehe V, 3) sinnvoll zu sein und liefert gute Ergebnisse, die den Verdacht auf Mangelentwicklung lenken. Es zeigt sich eine Abweichung der pathologischen Meßdaten unter den 25-Bereich der Normkurve in 90 % der Fälle.

Ob und wie weit bei den Ergebnissen dieser Untersuchung eine Korrelation der Meßwerte vorliegt, sollte Aufgabe einer weiterführenden statistischen Analyse sein. Eine Analyse dieser Art müßte auch die Frage nach der Signifikanz der Summenformel $\text{Thorax}_{\text{quer}} + \text{BIP}$

klären. Ebenso die Quotientenformel $\text{Thorax}_{\text{quer}} / \text{BIP}$ und die Thoraxquerdurchmesserkurve an der Herzspitze alleine sollten hinsichtlich statistischer Aussage überprüft werden.

Es sollten neben dieser retrospektiven Studie weitere prospektive Studien folgen, die anhand ihrer Ergebnisse die Summenformel $\text{Thorax}_{\text{quer}} + \text{BIP}$ untersuchen und der Thoraxquerschnittsmessung an der Herzspitze zum Einzug in die Routinediagnostik verhelfen.

VIII. Zusammenfassung

In den Jahren 1977/78 wurden 873 Ultraschalluntersuchungen an 684 Patientinnen durchgeführt und jeweils der BIP und der Thoraxquerdurchmesser an der Herzspitze gemessen. Diese Werte fanden für die Aufstellung von Normkurven für den $\text{Thorax}_{\text{quer}}$, den Quotienten $\text{Thorax}_{\text{quer}} / \text{BIP}$ und eine neu entwickelte Summenformel $\text{Thorax}_{\text{quer}} + \text{BIP}$ Verwendung. Ein Kollektiv von 20 sicher retardierten Feten wurde dem Normkollektiv gegenübergestellt und anhand der Formeln verglichen.

Es fanden sich beim BIP Abweichungen unter den 2 σ -Bereich in 65 %. Der Thoraxquerdurchmesser an der Herzspitze stellt eine neu eingeführte Meßmethode dar für die Routinediagnostik. Es fanden sich Abweichungen in 85 %.

Der Quotient $\text{Thorax}_{\text{quer}} / \text{BIP}$ zeigte Abweichungen in 30 %. Aufgrund unterschiedlicher Retardierungsmöglichkeiten liefert ein Quotient keine guten Ergebnisse für die Diagnose einer Mangelentwicklung. Eine neu aufgestellte Summenformel lieferte Abweichungen in 90 %. Die Summenformel stellt eine Bereicherung für die Routine dar. Weiterführend ist eine statistische Analyse der neu eingeführten Summenformel $\text{Thorax}_{\text{quer}} + \text{BIP}$ sowie des Thoraxquerdurchmessers an der Herzspitze zu fordern.

IX. Literatur

1. BAYER H., ISSEL H. P., SCHULTE R.
Neue Meßgrößen bei der Erkennung einer intrauterinen Retardierung
der Frucht mittels Ultraschalldiagnostik
Zbl. Gynäc. 94 (1972) 1169-1172
2. BAYER H., PRENZLAU P., ISSEL E. P.
Die derzeitige Bedeutung von Ultraschallbefunden im diagnostischen Stufenprogramm der Schwangerenbetreuung
Zbl. Gynäc. 97 (1975) 961-965
3. CAMPBELL S. T.
Growth of the fetal BIP during normal pregnancy
Obstet. Gyn. 78 (1971) 513
4. DONALD J., BROWN T. G.
Investigation of abdominal masses by pulsed ultrasound
Lanc. 1 (1958) 1188
5. DONALD J., BROWN T. G.
Demonstration of tissue interfaces within the body by ultrasonic echo sounding
Brit. Radiol. 34 (1961) 539
6. EGGERS H., ISSEL P., WAGNER K. D., WIGGER M.
Untersuchungsergebnisse über Spätfolgen bei Kindern mit niedrigem Geburtsgewicht
Zbl. Gynäc. 99 (1977) 449-460

7. GARRET W.J., ROBINSON D.E.
Assessment of fetal size and growth rate by ultrasonic
echoscopy
Obstet. 38/4 (1971) 525-534
8. GRUNEWALD P.
Chronical fetal disstress and placental insufficiency
Biol. Neonat. 5 (1963) 215
9. HANSMANN M.
Klinische Ergebnisse einer modifizierten Methodik der
Ultraschalldiagnostik in der Geburtshilfe
Arch. Gyn. 211 (1971) 264
10. HANSMANN M., VOIGT U.
Biometrische Daten des Feten
in E. Saling, J.W. Dudenhausen / 4. Kongress für perinatale
Medizin (1973) 136-145
11. HANSMANN M., VOIGT U., LANG N.
Ultraschallmeßdaten als Parameter zur Erkennung einer
intrauterinen Wachstumsretardierung
Arch. Gyn. 214 (1973) 194
12. HANSMANN M., VOIGT U.
Kritische Bewertung der Ultraschalldiagnostik in der
Geburtshilfe heute
Der Gynäkologe 7 (1974) 26

13. HOLLÄNDER H. J.
Die Ultraschalldiagnostik in der Schwangerschaft
Urban und Schwarzenberg (1975) 2. Auflage
14. ISSEL E. P., PRENZLAU P.
Schema zur Verlaufskontrolle des fetalen Wachstums
Zbl. Gynäc. 98 (1976) 99-101
15. JÜRGENS H., KÖPPE J., RÖSE J.
Häufigkeit und Ursachen fetaler Mangelentwicklung
Zbl. Gynäc. 96 (1974) 1205-1211
16. KRATOCHWIL A.
Ultraschalldiagnostik in Geburtshilfe und Gynäkologie
Thieme, Stuttgart (1972)
17. LUBCHENKO L. O., BATTAGLIA F. C.
A practical classification of newborn infants by weight and
gestational age
J. Ped. 71/2 (1967) 159-163
18. SCHILLINGER H., CRUZ-TORRES G.
Ultraschallfetometrie bei intrauterinen Wachstumsstörungen
Geburtsh. Perinat. 181 (1977) 29-35
19. SCHLENSKER K. H.
Ultraschallmethodik zur Thorakometrie des Feten
Geburtsh. Frauen.Hlkd. 33 (1973) 440-446
20. SCHLENSKER K. H.
Voraussage des kindlichen Geburtsgewichtes aufgrund der
Ultraschallkephalometrie und Thorakometrie beim Feten
Geburtsh. Frauen.Hlkd. 33 (1973) 446

21. STÖGER H., KRATOCHWIL A.
Fötometrie in der 2. Schwangerschaftshälfte
Wien. Klin. Ws. Heft 17 (1974) 494
22. STÖGER H., KRATOCHWIL A.
Ultraschallbiometrie des fetalen Wachstums
Geburtsh. Frauen.Hlkd. 34 (1974) 611
23. THOMPSON R.
Fetal development as determined by ultrasound pulse
echo techniques
Obstet. Gynec. 92 (1965) 44
24. WILLOCKS J., DONALD J., CAMPBELL J., DUNSMORE R.
Intrauterine growth assessed by ultrasonic foetal cephalometry
Obstet. Gynec. 74 (1967) 639
25. WLADIMIROFF I., BIOEMSMA H., WALLENBURG F.
Ultrasonic assessment of fetal head and body sizes in
relation to normal and retarded fetal growth
Am.J. Obst. 15 (1978) 857

Herrn Dr. med. D. Mulz danke ich an dieser Stelle herzlich für die Überlassung des Themas und seine hilfreiche Unterstützung.

Herrn Prof. Dr. med. K.G. Ober, Direktor der Frauenklinik der Universität Erlangen-Nürnberg, danke ich für die Erlaubnis zur Auswertung aller Ultraschallbefunde und zur Benützung sämtlicher Klinikeinrichtungen.

Mein besonderer Dank gilt Frau Knüpfer für ihre Hilfe beim Heraussuchen der Ultraschallbefunde und Herrn Dr. rer. nat. P. Otto, der mir bei der statistischen Auswertung mit Rat und Tat zur Seite stand.

Weiterhin danke ich meinem Kommilitonen B. Otto für die gemeinsam geleistete Arbeit.

LEBENS LAUF

Personalien:	Name:	Bernd Walter Roßberg
	geb.:	20. Februar 1957 in Bayreuth
	Eltern:	Horst Roßberg, Brauereidirektor Heidi Roßberg, geb. Herzog
Ausbildung:	1963-1967	Volksschule in Kulmbach
	1967-1976	Markgraf-Georg-Friedrich-Gymnasium in Kulmbach
	Juni 1976	Abitur
	ab WS 1976	Studium der Humanmedizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
	August 1978	Ärztliche Vorprüfung
	August 1979	1. Abschnitt der ärztlichen Prüfung
	März 1982	2. Abschnitt der ärztlichen Prüfung
	April 1983	3. Abschnitt der ärztlichen Prüfung
	16. 5. 1983	Erteilung der ärztlichen Approbation

Copy-Center 2000

852 ERLANGEN · Obere Karlstr. 30
Tel. 09131 - 26197